

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **2001-178008**

(43)Date of publication of application : **29.06.2001**

(51)Int.Cl.

H02J 7/02

H01M 10/48

(21)Application number : **11-360832**

(71)Applicant : **NEC CORP**

(22)Date of filing : **20.12.1999**

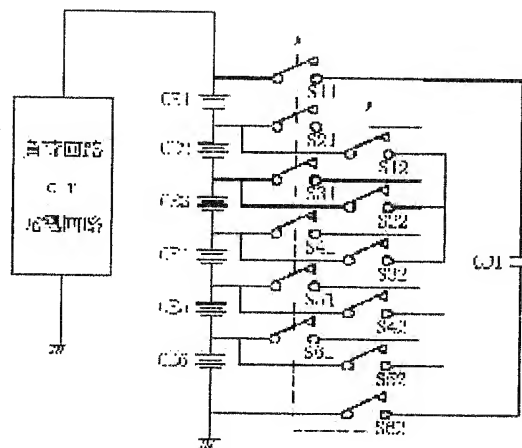
(72)Inventor : **KAWASHIMA SHINGO**

(54) CELL BALANCE ADJUSTING METHOD AND CIRCUIT THEREOF, IRREGULAR CELL VOLTAGE DETECTING CIRCUIT, AND METHOD THEREFOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To adjust the balance of cell of a set-battery generating a high voltage, without using a complicated control circuit and a high voltage resistance voltage determining circuit.

SOLUTION: Each cell is easily well balanced, by sequentially repeating the connection with the cell with a voltage-holding apparatus CD1 which is sequentially switched with switches S11 to S62 from both ends of the serially connected cells CE1 to CE6.



CE1～CE6 : 電池セル
S11～S62 : スイッチ
CD1 : 電圧保持装置

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-178008 ✓

(P2001-178008A)

(43) 公開日 平成13年6月29日 (2001.6.29)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード* (参考)

H 0 2 J 7/02

H 0 2 J 7/02

G 5 G 0 0 3

H 0 1 M 10/48

H 0 1 M 10/48

H 5 H 0 3 0

P

審査請求 有 請求項の数10 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願平11-360832

(22) 出願日

平成11年12月20日 (1999. 12. 20)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 川島 進吾

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100082935

弁理士 京本 直樹 (外2名)

Fターム(参考) 5G003 AA01 BA03 CA15 CC04

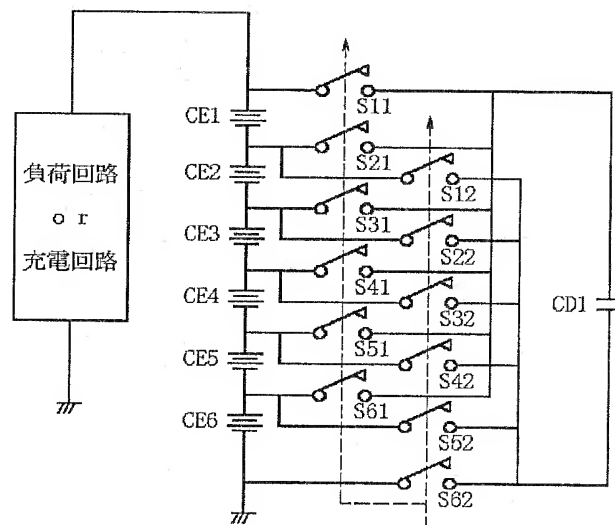
5H030 AA06 AA10 AS08 DD08 FF44

(54) 【発明の名称】 セルバランス調整回路、セル電圧異常検出回路、セルバランス調整方法およびセル電圧異常検出方法

(57) 【要約】

【課題】 複雑な制御回路や高耐圧な電圧判定回路を使用せずに、高電圧を発生する組電池のセルのバランスを調整する。

【解決手段】 直列接続したセルCE1～CE6の両端からスイッチS11～S62により順次切り替えられる電圧保持装置CD1により、順番にセルとの接続を取ることを繰り返すことにより、各セルのバランスを容易に調整できるようにしている。



CE1～CE6 : 電池セル
S11～S62 : スイッチ
CD1 : 電圧保持装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基本となるセルを複数直列接続した組電池において、直列接続された基本セルの接続部分からスイッチを介してセルと並列に接続される電圧保持装置を有し、直列接続されて隣接しているセルと前記電圧保持装置との間に並列接続を形成しながらスイッチの切り替えを一方向に順次走査して行き、直列接続されてすべてのセルと前記電圧保持装置との間に順次並列接続を形成させ、制御対象となる組電池内のすべてのセルとの並列接続の形成を完了した後に最初のセルに戻り同様の切り替え動作を繰り返すことを特徴とする二次電池用のセルバランス調整回路。

【請求項 2】 基本となるセルを複数直列接続した組電池において、直列接続された基本セルの接続部分からスイッチを介してセルと並列に接続される電圧保持装置を有し、直列接続されて隣接しているセルと前記電圧保持装置との間に並列接続を形成しながらスイッチの切り替えを一方向に順次走査して行き、直列接続されてすべてのセルと前記電圧保持装置との間に順次並列接続を形成させ、制御対象となる組電池内のすべてのセルとの並列接続の形成を完了した後に最初のセルに戻り同様の切り替え動作を繰り返す信号を発生するスイッチ制御回路と有することを特徴とする二次電池用のセルバランス調整回路。

【請求項 3】 前記電圧保持装置はコンデンサあるいは基本となるセルと同構造の二次電池用セルであり、また前記スイッチは半導体スイッチあるいはメカニカルリレーであることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載のセルバランス調整回路。

【請求項 4】 請求項 1 記載のバランス調整回路において、電圧検出・判定装置を有し、前記電圧保持装置と前記電圧判定回路に接続するスイッチとを有し、セルとの並列接続を切り離し、次のセルとの接続を行う前に、前記電圧保持装置と前記電圧判定回路とを接続し、前記電圧保持装置の電圧を判定することにより、セル電圧の異常を検出することを特徴とするセル電圧異常検出回路。

【請求項 5】 前記電圧保持装置はコンデンサあるいは基本となるセルと同構造の二次電池用セルであり、また前記スイッチは半導体スイッチあるいはメカニカルリレーであることを特徴とする請求項 4 記載のセル電圧異常検出回路。

【請求項 6】 請求項 4 記載のセル電圧異常検出回路において、セルと前記電圧保持装置の接続を行うスイッチに比較して、前記電圧保持装置と前記電圧検出・判定装置との間の接続に使用するスイッチの耐圧が高いことを特徴とするセル電圧異常検出回路。

【請求項 7】 基本となるセルを複数直列接続した組電池において、直列接続された基本セルの接続部分からスイッチを介してセルと並列に接続される電圧保持装置を有し、直列接続されて隣接しているセルと前記電圧保持

装置との間に並列接続を形成しながらスイッチの切り替えを一方向に順次走査して行き、直列接続されてすべてのセルと前記電圧保持装置との間に順次並列接続を形成させ、制御対象となる組電池内のすべてのセルとの並列接続の形成を完了した後に最初のセルに戻り同様の切り替え動作を繰り返すことを特徴とするセルバランス調整方法。

【請求項 8】 前記電圧保持装置はコンデンサあるいは基本となるセルと同構造の二次電池用セルであり、また前記スイッチは半導体スイッチあるいはメカニカルリレーであることを特徴とする請求項 7 記載のセルバランス調整方法。

【請求項 9】 請求項 1 記載のバランス調整回路において、電圧検出・判定装置を有し、電圧保持装置と前記該電圧検出・判定回路に接続するスイッチとを有し、セルとの並列接続を切り離し、次のセルとの接続を行う前に、前記電圧保持装置と前記電圧検出・判定回路とを接続し、前記電圧保持装置の電圧を判定することにより前記セルの電圧の異常を検出することを特徴とするセル電圧異常検出方法。

【請求項 10】 前記電圧保持装置はコンデンサあるいは基本となるセルと同構造の二次電池用セルであり、また前記スイッチは半導体スイッチあるいはメカニカルリレーであることを特徴とする請求項 9 記載のセル電圧異常検出方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、セルバランス調整回路、セル電圧異常検出回路、セルバランス調整方法およびセル電圧異常検出方法に係わり、特に、二次電池を使用した組電池の応用回路において、直列接続されたセル間のバランスを調整する技術に関し、複雑な制御回路を使用しないことにより、安価な構成によるバランス調整回路に関するものである。

【0002】

【従来の技術】リチウム電池等の二次電池を使用した組電池の、従来の充電技術について、図 9 を参照して説明する。充電回路から充電されるセル（電池セル）CE1～CE6 のそれぞれにスイッチ S1～S6 及び抵抗 R1～R6 が接続されている。

【0003】充電時にセルの電圧を電圧監視制御回路により監視して、充電が完了したセルに対しては充電電流を抵抗にバイパスし、充電が未了のセルについて、充電を継続できるようにしていた。

【0004】この場合には、セルのバランス調整は常に充電時だけとなるため、セルの容量バランスが崩れている場合には、放電時に放電が可能は電力は容量の最も小さいセルの容量により、制限されることになり、容量の大きなセルは常に蓄積した電力を放出しきることができない状態になっていた。このため、充電時に不要な電力

を消費するとともに、充電後も、蓄えた電力を十分に放出できない構成になっていた。

【0005】この問題を解決するために特開平11-146570号公報や特開平11-098698号公報では、充電時あるいは放電時に各セルの端子電圧を測定し、その電圧測定値に基づいて、2つのセルを選定して、まず、一方のセルと並列にコンデンサ等の電荷蓄積素子を接続したのちに、接続を切り替えて、もう一方のセルとこの電荷蓄積素子を並列に接続することを繰り返すことによって、選定した二つセルの間での差電圧を減少させる。

【0006】次に再度、セルの電圧判定を行いその判定に基づいて、同様の動作を繰り返し行うことによって、おのおののセルのバランスを取るようになっている。これにより電圧判定回路により、選定されたセル間の電圧はほぼ等しい状態にすることができるようになり、この動作を電圧測定を繰り返し行うことにより、複数にまたがったセル間の保持電圧が等しく調整される技術が開示されている。

【0007】以上に説明したように、従来のバランス調整回路においては、前者に対する問題点である、充電時の消費電力の問題や、放電時におけるバランス調整ができない点などは、コンデンサ等の電荷蓄積素子を用いた後者の回路により解決されることになった。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら電荷蓄積素子を用いた従来の方式において、充電時と放電時においても、セルのバランスを調整することができるようになったが、以下に述べるような問題点が残されている。

【0009】第1の問題点は、並列接続を行うセルを選定するために、各セルの端子電圧を毎回測定して判定することが必要となるため、判定および制御回路が複雑になる欠点がある。特に、使用するバッテリーの直列接続数が多くなると、測定に必要な回路の耐圧が非常に大きい状況となる。

【0010】現在開発中や一部発売が開始されたハイブリッド自動車に使用されているバッテリーはその出力電圧が240Vにもなっており、このセルの電圧を測定し判定を行う回路を構成するためには、非常に高耐圧の判定回路が必要になり、必然的に安価な回路構成ができないという問題が発生する。

【0011】その理由は、ハイブリッド自動車における駆動エネルギーを得るためには高電圧が必要であり、これに対応できるような高耐圧の電圧判定用のICは非常に高価な部品となるからである。

【0012】第2の問題点は、この様な高電圧な状態において、比較するセル間の電圧差はセル電圧がニッケル水素電池の場合には1.2Vが平均電圧であり、出力電圧の大きいリチウム二次電池においても、3.6Vとなっており、これに対しての差電圧を検出するというこ

は、数ミリボルトの判定制度が必要になることになり、現在市場に出ているハイブリッド自動車や開発が各社で推進されている燃料電池車や電気自動車では240Vや280Vの電圧を使用しており、この様な電圧レベルにおいて、わずかに数ミリボルトの電圧を扱うことは非常に高精度の回路が必要となり、この精度を達成するためには非常に高価な回路構成になるという問題点が発生する。

【0013】その理由は、小さなセル電圧のセルを数十から数百個も直列に接続して使用しているために対地電圧は240Vもあり、非常に高圧な直流電圧を有している。これに対して、バランスを取らなければならない電圧値は1.2Vあるいは3.6Vのセル単位の電圧となり、バランス調整にはミリボルト単位の調整が必要になる。これは、測定精度が、ゆうにppmオーダーの精度を電圧判定回路に要求することになり、高耐圧かつ高精度の判定回路が必要になるからである。

【0014】したがって本発明の目的は、直列に接続された2次電池セルにおいて、その直列にする数が大きく全体の出力電圧が高い組み電池としたときにも安定にセルのバランスを取ることができ回路を複雑な制御回路を使用しないことにより、安価に供給することである。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明の特徴は、基本となるセル（電池セル）を複数直列接続した組電池において、直列接続された基本セルの接続部分から、半導体スイッチあるいはメカニカルリレー等のスイッチを介して、セルと並列に接続されるコンデンサあるいは基本となるセルと同構造の二次電池用セル等の電圧保持装置を有し、直列接続されて隣接しているセルと前記電圧保持装置との間に並列接続を形成しながらスイッチの切り替えを一方向に順次走査して行き、直列接続されてすべてのセルと前記電圧保持装置との間に順次並列接続を形成させ、制御対象となる組電池内のすべてのセルとの並列接続の形成を完了した後に最初のセルに戻り同様の切り替え動作を繰り返し行う二次電池用のセルバランス調整回路にある。

【0016】または本発明の特徴は、基本となるセル（電池セル）を複数直列接続した組電池において、直列接続された基本セルの接続部分から、半導体スイッチあるいはメカニカルリレー等のスイッチを介してセルと並列に接続されるコンデンサあるいは基本となるセルと同構造の二次電池用セル等の電圧保持装置を有し、直列接続されて隣接しているセルと前記電圧保持装置との間に並列接続を形成しながらスイッチの切り替えを一方向に順次走査して行き、直列接続されてすべてのセルと前記電圧保持装置との間に順次並列接続を形成させ、制御対象となる組電池内のすべてのセルとの並列接続の形成を完了した後に最初のセルに戻り同様の切り替え動作を繰り返し行う信号を発生するスイッチ制御回路と有する二

次電池用のセルバランス調整回路にある。

【0017】本発明の他の特徴は、基本となるセル（電池セル）を複数直列接続した組電池において、直列接続された基本セルの接続部分から、半導体スイッチあるいはメカニカルリレー等のスイッチを介して、セルと並列に接続されるコンデンサあるいは基本となるセルと同構造の二次電池用セル等の電圧保持装置を有し、直列接続されて隣接しているセルと前記電圧保持装置との間に並列接続を形成しながらスイッチの切り替えを一方向に順次走査して行き、直列接続されてすべてのセルと前記電圧保持装置との間に順次並列接続を形成させ、制御対象となる組電池内のすべてのセルとの並列接続の形成を完了した後に最初のセルに戻り同様の切り替え動作を繰り返す二次電池用のセルバランス調整回路において、電圧検出・判定装置を有し、前記コンデンサ等の電圧保持装置と前記電圧検出・判定回路に接続するスイッチとを有し、セルとの並列接続を切り離し、次のセルとの接続を行う前に、前記電圧保持装置と前記電圧判定回路とを接続し、前記電圧保持装置の電圧を判定することにより、セル電圧の異常を検出するセル電圧異常検出回路にある。

【0018】あるいは本発明の他の特徴は、基本となるセル（電池セル）を複数直列接続した組電池において、直列接続された基本セルの接続部分から、半導体スイッチあるいはメカニカルリレー等のスイッチを介して、セルと並列に接続されるコンデンサあるいは基本となるセルと同構造の二次電池用セル等の電圧保持装置を有し、直列接続されて隣接しているセルと前記電圧保持装置との間に並列接続を形成しながらスイッチの切り替えを一方向に順次走査して行き、直列接続されてすべてのセルと前記電圧保持装置との間に順次並列接続を形成させ、制御対象となる組電池内のすべてのセルとの並列接続の形成を完了した後に最初のセルに戻り同様の切り替え動作を繰り返す二次電池用のセルバランス調整回路において、電圧検出・判定装置を有し、前記コンデンサ等の電圧保持装置と前記電圧判定回路に接続するスイッチとを有し、セルとの並列接続を切り離し、次のセルとの接続を行う前に、前記電圧保持装置と前記電圧判定回路とを接続し、前記電圧保持装置の電圧を判定することにより、セル電圧の異常を検出するセル電圧異常検出回路において、セルと前記電圧保持装置の接続を行うスイッチと比較して、前記電圧保持装置と該電圧判定装置との間の接続に使用するスイッチの耐圧が高い電圧異常検出回路にある。

【0019】本発明の別の特徴は、基本となるセル（電池セル）を複数直列接続した組電池において、直列接続された基本セルの接続部分から、半導体スイッチあるいはメカニカルリレー等のスイッチを介して、セルと並列に接続されるコンデンサあるいは基本となるセルと同構造の二次電池用セル等の電圧保持装置を有し、直列接続

されて隣接しているセルと該電圧保持装置との間に並列接続を形成しながらスイッチの切り替えを一方向に順次走査して行き、直列接続されてすべてのセルと該電圧保持装置との間に順次並列接続を形成させ、制御対象となる組電池内のすべてのセルとの並列接続の形成を完了した後に最初のセルに戻り同様の切り替え動作を繰り返すセルバランス調整方法にある。

【0020】本発明のさらに別の特徴は、基本となるセル（電池セル）を複数直列接続した組電池において、直列接続された基本セルの接続部分から、半導体スイッチあるいはメカニカルリレー等のスイッチを介して、セルと並列に接続されるコンデンサあるいは基本となるセルと同構造の二次電池用セル等の電圧保持装置を有し、直列接続されて隣接しているセルと前記電圧保持装置との間に並列接続を形成しながらスイッチの切り替えを一方向に順次走査して行き、直列接続されてすべてのセルと前記電圧保持装置との間に順次並列接続を形成させ、制御対象となる組電池内のすべてのセルとの並列接続の形成を完了した後に最初のセルに戻り同様の切り替え動作を繰り返す二次電池用のセルバランス調整回路において、電圧検出・判定装置を有し、前記コンデンサ等の電圧保持装置と前記電圧検出・判定回路に接続するスイッチとを有し、セルとの並列接続を切り離し、次のセルとの接続を行う前に、前記電圧保持装置と前記電圧検出・判定回路とを接続し、前記電圧保持装置の電圧を判定することにより、セル電圧の異常を検出するセル電圧異常検出方法にある。

【0021】上記した本発明によれば、次に説明するような作用効果が得られる。

【0022】先ず、基本となるセル（電池セル）を複数直列接続した組電池において、直列接続された基本セルの接続部分からスイッチを介してセルと並列に接続される電圧保持装置を有し、直列接続されて隣接しているセルと前記電圧保持装置との間に並列接続を形成すると、並列接続を形成したセルと電圧保持装置はそれぞれの保持している電圧とそれぞれ固有の容量によって決定される一定時間電圧に収束する。このとき容量が同一ならば、並列接続前のそれぞれの保有していた電圧の平均電圧になる。容量が異なる場合にはそれぞれの容量の比によって決まる電圧に収束するがいずれの場合においても、接続前に示していたそれぞれの電圧の間の電圧に収束することになる。

【0023】この動作を各セル（電池セル）に対してスイッチの切り替えを一方向に順次走査して行き、直列接続されてすべてのセルと前記電圧保持装置との間に順次並列接続を形成させ、制御対象となる組電池内のすべてのセルとの並列接続の形成を行う。この走査によって、走査前の状態と比較して、隣接するセル間の平均の電圧差は縮小されることになる。走査をいったん完了した後に最初のセルに戻り同様の切り替え動作を繰り返す行

ことにより、毎回走査が一巡するたびに平均のセル間電圧差は縮小してゆく。この走査を高頻度で繰り返すことにより、各セルの持つ電圧は均一になり、二次電池用セルバランス調整が実現できる。この動作の状況は、図 8 に示している。特にセルに対して個別に電圧判定をしてセルを選択することなしに単純に順番に接続を繰り返す、その回数を増やして行くとセルの個々の電圧 $v_{c1} \sim v_{c6}$ が 0.92 V 付近に漸近していく状況が良く判明する。

【0024】また、基本となるセル（電池セル）を複数直列接続した組電池において、直列接続された基本セルの接続部分からスイッチを介してセルと並列に接続される電圧保持装置を有し、直列接続されて隣接しているセルと該電圧保持装置との間に並列接続を形成しながらスイッチの切り替えを一方向に順次走査して行き、直列接続されてすべてのセルと前記電圧保持装置との間に順次並列接続を形成させ、制御対象となる組電池内のすべてのセルとの並列接続の形成を完了した後に最初のセルに戻り同様の切り替え動作を繰り返す信号を発生するスイッチ制御回路と有することにより、複雑な判定を必要しない制御回路によって容易に二次電池用のセルバランス調整を可能にすることができる。この場合の制御回路は単純なシフトレジスタのような判定を必要としない順序回路で容易に構成できるため安価な回路構成を可能にする。

【0025】さらに、基本となるセル（電池セル）を複数直列接続した組電池において、直列接続された基本セルの接続部分からスイッチを介してセルと並列に接続される電圧保持装置を有し、直列接続されて隣接しているセルと前記電圧保持装置との間に並列接続を形成しながらスイッチの切り替えを一方向に順次走査して行き、直列接続されてすべてのセルと前記電圧保持装置との間に順次並列接続を形成させ、制御対象となる組電池内のすべてのセルとの並列接続の形成を完了した後に最初のセルに戻り同様の切り替え動作を繰り返す二次電池用のセルバランス調整回路において、電圧検出・判定装置を有し、前記電圧保持装置と前記電圧検出・判定回路に接続するスイッチとを有し、セルとの並列接続を切り離し、次のセルとの接続を行う前に、前記電圧保持装置と前記電圧検出・判定回路とを接続し、前記電圧保持装置の電圧を判定することにより、電圧検出判定回路の耐圧を直列接続したセルの合計電圧に関係なく、個々のセルの保持電圧に比例した電圧を耐圧の低い電圧検出・判定回路で判定できることになり、高耐圧の電圧比較回路を用いることなく、安価に構成できるセル固有の電圧付近の耐圧相当の低耐圧電圧検出・判定回路により、セル電圧の異常を検出することが可能になる。

【0026】また、基本となるセル（電池セル）を複数直列接続した組電池において、直列接続された基本セル

る電圧保持装置を有し、直列接続されて隣接しているセルと前記電圧保持装置との間に並列接続を形成しながらスイッチの切り替えを一方向に順次走査して行き、直列接続されてすべてのセルと前記電圧保持装置との間に順次並列接続を形成させ、制御対象となる組電池内のすべてのセルとの並列接続の形成を完了した後に最初のセルに戻り同様の切り替え動作を繰り返す二次電池用のセルバランス調整回路において、電圧検出・判定装置を有し、前記コンデンサ等の電圧保持装置と前記電圧検出・判定回路に接続するスイッチとを有し、セルとの並列接続を切り離し、次のセルとの接続を行う前に、前記電圧保持装置と前記電圧検出・判定回路とを接続し、前記電圧保持装置の電圧を判定することにより、セル電圧の異常を検出するセル電圧異常検出回路において、セルと前記電圧保持装置の接続を行うスイッチに比較して、前記電圧保持装置と前記電圧検出・判定装置との間の接続に使用するスイッチの耐圧が高い構成にすることによって、直列接続した結果生じる高電圧に対しては、高耐圧のスイッチにより絶縁を確保して、低耐圧の電圧検出・判定回路の使用を可能として、安価なセル電圧異常検出回路の実現を可能としている。

【0027】さらに、基本となるセル（電池セル）を複数直列接続した組電池において、直列接続された基本セルの接続部分からスイッチを介してセルと並列に接続される電圧保持装置を有し、直列接続されて隣接しているセルと前記電圧保持装置との間に並列接続を形成しながらスイッチの切り替えを一方向に順次走査して行き、直列接続されてすべてのセルと前記電圧保持装置との間に順次並列接続を形成させ、制御対象となる組電池内のすべてのセルとの並列接続の形成を完了した後に最初のセルに戻り同様の切り替え動作を繰り返すセルバランス調整方法を使用して、安価なセルバランス調整方法を実現している。

【0028】また、基本となるセル（電池セル）を複数直列接続した組電池において、直列接続された基本セルの接続部分からスイッチを介してセルと並列に接続される電圧保持装置を有し、直列接続されて隣接しているセルと前記電圧保持装置との間に並列接続を形成しながらスイッチの切り替えを一方向に順次走査して行き、直列接続されてすべてのセルと該電圧保持装置との間に順次並列接続を形成させ、制御対象となる組電池内のすべてのセルとの並列接続の形成を完了した後に最初のセルに戻り同様の切り替え動作を繰り返すことを特徴とする二次電池用のセルバランス調整回路において、電圧検出・判定装置を有し、前記電圧保持装置と前記電圧検出・判定回路に接続するスイッチとを有し、セルとの並列接続を切り離し、次のセルとの接続を行う前に、前記電圧保持装置と前記電圧検出・判定回路とを接続し、前記電圧保持装置の電圧を判定することにより、セル電圧の異常を検出するセル電圧異常検出方法を使用して、不要

な高耐压のスイッチの使用を最小限にすることにより、安価なセル電圧異常検出方法を実現している。

【0029】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0030】まず、本発明の構成を説明する。図1を参照すると、基本となるセル（電池セル）CE1～CE6を複数直列接続した組電池の部分と、この各セルの接続部分に片方の接点を接続したスイッチS11～S62を設け、さらにスイッチS11、S21、S31、S41、S51、S61の他の接点は、コンデンサである電圧保持装置CD1の一方の電極に接続し、スイッチS12、S22、S32、S42、S52、S62のセル側でない接点は電圧保持装置の他の電極に接続している。

【0031】また、各スイッチの開閉信号は、スイッチS11とスイッチS12が同時に動作するように接続されている。

【0032】同様に、スイッチS21とスイッチS22とが、スイッチS31とスイッチS32とが、スイッチS41とスイッチS42とが、スイッチS51とスイッチS52とが、スイッチS61とスイッチS62とが、それぞれ対応した2個を一組としたスイッチとして同時に開閉動作するような信号が接続されるようになっている。

【0033】また、スイッチ開閉信号は、スイッチS11とスイッチS12をオンオフ→スイッチS21とスイッチS22をオンオフ→スイッチS31とスイッチS32をオンオフ→スイッチS41とスイッチS42をオンオフ→スイッチS51とスイッチS52をオンオフ→スイッチS61とスイッチS62をオンオフと、順次接続をオンオフを行い、スイッチS61とスイッチS62のオンオフを終了したら、最初のスイッチS11とスイッチS12のオンオフ動作に戻り、繰り返しスイッチの開閉を継続的に行う破線で示したような開閉信号線をそれぞれのスイッチの制御部に接続している。

【0034】そして図3に示すように、さらに、電圧保持装置CD1とスイッチSC1とスイッチSC2により接続できる電圧検出・判定回路を追加する構成をとる。この場合には、図4に示したようなタイミングでスイッチを制御する制御回路を設けている。さらに詳細に動作について説明する。上述したように図1では、基本となるセルCE1～CE6を複数直列接続した組電池において、直列接続された基本セルの接続部分からスイッチS11～S61およびS12～S62を介してセルと並列に接続されるコンデンサ等の電圧保持装置CD1を有し、直列接続されて隣接しているセルと該電圧保持装置との間に並列接続を形成しながらスイッチの切り替えを一方方向に順次走査することにより、直列接続されてすべてのセルと該電圧保持装置との間に順次並列接続を形成し、制御対象となる組電池内のすべてのセルとの並列接

続の形成を完了した後に最初のセルに戻り同様の切り替え動作を繰り返し行うことを特徴とする二次電池用セルバランス調整回路としている。

【0035】直列接続されたセルの両端には、負荷あるいは充放電回路が接続されている場合もあり、無負荷の状態の場合もある。この図1において先に述べたように、スイッチS11とS12は同時に開閉動作をする信号を受ける構成となっており、同様に、スイッチS21とスイッチS22も同時に開閉動作をする構成となっている。以下同様にスイッチS31とスイッチS32、スイッチS41とスイッチS42、スイッチS51とスイッチS52、スイッチS61とスイッチS62の各スイッチの組み合わせにおいて同時に開閉動作をする構成としている。図1における破線は、このような開閉信号を送る概念を示している。

【0036】図1の回路における、スイッチは、図2に示すようなタイミングで、順次開閉を行う。図2に示したように、スイッチS11とスイッチS12から開閉が順次進むとした場合に、スイッチS61とスイッチS62の開閉が終了した後は、また、スイッチS11とスイッチS12の開閉を開始し、以下この動作を順次繰り返す。すべてのセルにおいて、バランス状態が維持されていて、セルの電圧が同じである場合には、電圧保持回路とセルの間では電荷の受け渡しは発生しないので、各スイッチの開閉動作が行われても、個々のセルの状態にはなにも影響を受けることはない。一方、セルのバランスがずれている場合には、本回路はバランス調整機能を発揮することになり、その動作を以下に説明する。

【0037】仮に、直列接続されているセルのうちいずれかが他のセルに対して異なった電圧を保持していた場合の動作を説明する。

【0038】ここでは説明の都合上、電圧保持装置の容量はセルの半分であると仮定する。また、セルCE2以外のセルの保持電圧および電圧保持装置の端子電圧は1Vで有るとして動作の説明をする。

【0039】さらに、動作を直感的に理解するためにセルの保持しているエネルギーがセルの端子電圧に比例するコンデンサとして説明する。実際のセルでは、電圧と保持エネルギーの関係は非直線的であるが、動作の理解の為に簡便な説明にする。実動作としては、内部保持エネルギーと端子電圧は正の相関があるから、動作説明としては可能である。

【0040】仮に図面中のセルCE2が他のセルに対して、半分の電圧の0.5Vになっていた場合には、セルCE2は、上記の動作により、まず、セルCE1の電圧を保持した電圧保持装置CD1と接続することにより、その容量比から端子電圧が計算される。

【0041】コンデンサにおける蓄積電荷量は、 $Q = C \times V$ で表されるから、上記の場合における並列接続後の端子電圧は、セルCE2と電圧保持装置CD1のそれぞ

れの静電容量を C_{ce2} , C_{cd1} とし、それぞれの保持電圧を V_{ce2} , V_{cd1} とすると、並列接続後の端子電圧 V は、 $V = (V_{ce2} \times C_{ce2} + V_{cd1} \times C_{cd1}) / (C_{ce2} + C_{cd1})$ となる。

【0042】この式から、最初の電圧保持装置 $CD1$ との接続により、セル $CE2$ の電圧は初期の $0.5V$ から $0.667V$ になる。この影響を受けて、次に電圧保持装置 $CD1$ に接続されるセル $CE3$ の電圧は、同様に $1V$ から $0.889V$ に減少する。

【0043】さらにこの影響で、続くセル $CE4$ とセル $CE5$ とセル $CE6$ は、一回目の接続後にそれぞれ、 $1V \rightarrow 0.963V$, $1V \rightarrow 0.988V$, $1V \rightarrow 0.996V$ に変化する。

【0044】この動作を継続した状況を図8に示す。すなわち、2回目終了した時点では、さらにそれぞれからセル $CE1$ の電圧に近づく。10回が終了した時点では、セル電圧の差は、 $26mV$ まで減少する。さらに15回以降では、セル電圧の差は $\pm 1mV$ まで減少する。この図8からもわかるように、10回程度の接続によりセルのバランスずれは $1/20$ 程度まで減少している。

【0045】この様に、接続順に対して固定的な順番で接続を繰り返すことにより、バランスが急速に回復していくことがわかる。この動作は、通常のセルがアンバランスな状態になる原因である自己放電等による場合に発生する電圧変動に比較して、十分短い時間でバランスが取れることを示していることになり、バランス調整回路として十分な機能を持っていることがわかる。

【0046】またこの動作は、単純にセルを電圧保持装置に順次接続して行くだけの動作であるから、基本的に、充電時でも、放電（負荷駆動）時でも、あるいは、上記の説明に用いたような直列接続された複数のセル両端が無負荷で開放されている状態においてもバランス調整動作を行うことができることになる。

【0047】また、セル間の電圧差が縮小され、均一になることにより、スイッチを介して電流が流れることはなくなるので、調整が完了した後に動作を継続していてもほとんど電力消費は発生しない。

【0048】電圧保持装置 $CD1$ の保持する電圧はセル単体の保持電圧であるから、ニッケル水素電池の場合には、約 $1.2V$ 前後であり、リチウムイオン電池の場合には約 $3.6V$ 前後であり、電圧保持装置自身は単体のセル電圧程度の電圧を保持するだけであるから直列接続されたセル全体の発生電圧に比較して非常に低い耐圧のもので電圧保持装置は実現できることがわかる。

【0049】また、図3に示したように、各セルと電圧保持装置との間に設けるスイッチ $S11 \sim$ スwitch $S62$ に対して、独立に動作するセル電圧検出・判定回路と電圧保持装置との間に設けたスイッチ $SC1$ およびスイッチ $SC2$ を設けることにより、スイッチ $S11 \sim$ スwitch $S62$ がすべて開いた状態の時には、電圧保持装置

は、直前に接続されていたセルの電圧を保持しているから、スイッチ $SC1$ とスイッチ $SC2$ を閉じることにより、直列に接続された結果生じるセルの対地電圧に無関係に、独立にセル電圧を低耐圧な電圧判定回路を使用して判定することができる。

【0050】具体的には、数個の直列接続を想定すると、その両端の電圧は数 V から 10 数 V の範囲になるから、一般的に手に入る集積回路の耐圧である $20V$ 前後の電圧で十分にまかなうことができる。

【0051】また、スイッチをリレーで構成すれば、リレーの駆動電圧で制御回路の耐圧を決めることになり、さらに低い電圧の $5V$ 程度の耐圧でも、十分に対応ができる。また、電圧判定回路も、同じような $5V$ の耐圧で構成できることになる。

【0052】次に本発明の第2の実施の形態について図5を参照して説明する。構成は同図に示すように、基本となるセル $CE1 \sim CE6$ を複数直列接続した組電池の部分と、この各セルの接続部分に片方の接点を接続した一動作で連動して切り替えが実現される。

【0053】すなわち、ロータリースイッチ接点部 $a1 \sim f1$ を有するロータリースイッチ $RS1$ とロータリースイッチ接点部 $a2 \sim f2$ を有するロータリースイッチ $RS2$ を設け、それぞれのロータリースイッチの共通接点は $CD1$ の両端の電極に接続している。

【0054】この例では、電動スクータや電動自動車のように機械的な回転を負荷となる構造の部分で発生している場合に、負荷を回転させるのと同時に適当なギアの組み合わせなどの回転伝達による方法で、機械的に上記のロータリースイッチを回転させる構造となるようにしておく、走行を開始することにより、ロータリースイッチの接点が順次切り替わってゆき、走行を継続することにより自動的にセルのバランスが回復ようになる。必要なロータリースイッチの接点はタイヤの回転部やモータ部分等の適当な回転部分に設置すればよいので、非常に簡単な構造でバランス調整回路が実現されることになる。また、電動アシスト自転車の場合においても、タイヤに接点を設けてタイヤの回転にあわせて回転したとしても、十分な効果が期待できる方式である。

【0055】さらに、本発明の第3の実施の形態について説明する。ここでは、自動車等の大電力を要する高压の電池パックを想定しており、構造としては、図6に示したような数個のセルを直列接続した構造の電池モジュール単位構造として作り、このモジュールをさらに、図7に示したように、複数直列接続して、高電圧の電池パックとする場合の実施例である。

【0056】単位モジュールは、図6に示したように、複数の直列の接続されたセル $CE1 \sim CE6$ と、そのセル間の接続部分から、電圧保持装置 $CD1$ との接続を行うスイッチ $S11 \sim S62$ を有し、さらにモジュール外部との接続のためにスイッチ $SC3$ およびスイッチ SC

4を介して、モジュールの外部端子T3、T4に接続される。

【0057】また、直列接続されたセルの両端からは、それぞれモジュール外部との接続用の外部端子T1、T2に直接接続がなされている。

【0058】さらに、各スイッチ制御は、スイッチS11～S62を順番に切り替えていく制御と、信号入力端子C1から外部からの制御要求により、順次走査を一時停止して、外部と電圧保持装置CD1を接続をおこなうためのスイッチSC3とSC4を制御する信号を発生するスイッチ制御回路からなっている。

【0059】さらにモジュール外部に対して、要求信号を発する出力端子C2を有している。また、内部には制御回路への直流的な電圧をカットするためのコンデンサCinを含んでいる。このコンデンサは使用電圧によって必要になるもので必須な構成部品ではないことは説明の必要が無い。

【0060】さらに、この図6に示したモジュールは、図7に示すように、直列に接続されて、高圧の電圧を発生する電池パックを構成する。モジュール内では、スイッチS11～S62が順次開閉動作を行っているので、セル電圧は均一になっている。この電圧をそれぞれモジュール内のスイッチT3およびスイッチT4を隣接するモジュール間で同時にオンするようにする動作を繰り返すことによって、モジュール内でセル電圧が均一になった状況と同様の作用でモジュール間でのセル電圧も均一になる。

【0061】この場合、隣接する直列接続されたモジュールの間で電圧の受け渡しを行うので、大きな電圧差は生じることがなく、おのおののモジュール内の制御回路の耐圧を大きく取る必要は無く、低耐圧の制御回路がそのまま使用できることになる。隣接するモジュール間での電圧の均質化をモジュール内で行った場合と同じようにモジュール間で順次行えば、最終的に電池パック全体にわたりセル単位でのバランスの調整が行えることになる。

【0062】この様な方式で調整を行えば、電池パックの発生する高電圧に影響されずにセルのバランスを取ることができるので、耐圧の低い制御回路のみで電池パック内のセルバランス調整が可能となる。また、図7に示すように、モジュール間で受け渡す電圧を別系列のモジュール内のスイッチに比較して絶縁耐圧の高いスイッチHs1～Hs4により、電圧判定回路に電圧を受け渡せばセル単位での電圧監視が低耐圧の電圧判定回路で実現できることになる。

【0063】電池パックの電圧は電気自動車やハイブリッド自動車や燃料電池自動車での要求からは240V程度が標準的に言われているから、この様な方法で低耐圧の回路で判定が可能になることは全体の価格低減に非常に大きな効果をもたらすことになる。この際の絶縁耐圧

の高いスイッチHs1～Hs4は電池パックの電圧に対応できる耐圧が必要なことはいうまでも無いが、これは通常のメカニカルリレー等の耐圧から考えると特に高耐圧に属するものでないから、そのようなメカニカルリレー等をこのスイッチに使用すれば、大きな価格への影響は少なく全体システムとして安価な電池システムの供給が実現されることになる。もちろん高耐圧の半導体スイッチで構成しても良いことは言うまでもない。

【0064】以上の説明では、直列にするモジュール内や他の説明の図において、直列接続のセルの数を6個にして説明しているが、この数は複数であればいかなるものであってもいいことは明白である。実際にはモジュールを構成した範囲内で安価な集積回路が構成できる程度の電圧に設定して、特別な高耐圧の回路を構成する必要の無いようにしておくことが現実的であると考ええる。また、電圧保持装置は、使用する基本となるセル（二次電池用セル）と同じ構造のものを電圧保持用のセル（電池セル）としてもよいし、空気二重層コンデンサのようなコンデンサであっても実現できる。また、スイッチは半導体スイッチでも、機械的なスイッチでも実現できることは明白である。

【0065】

【発明の効果】第1の効果は、セルと電圧保持装置の接続を順次繰り返して実施することにより、非常に簡単な制御回路により、セルバランスを調整することが可能になることである。この方法によれば、高精度な電圧判定回路やスイッチ選定のアルゴリズムは必要でなく安価なセルバランス調整回路が容易に実現できる。

【0066】その理由は、順次繰り返して接続を行うことにより、すべてのセルのばらつきは中心に収束するからであり、しかも、電圧判定回路も耐圧が低い状態で実現できるから、安価な集積回路を実現することができるため、さらに価格を引き下げることができるからである。

【0067】第2の効果は、バランス調整が取れた状態では、セルと電圧保持回路の電圧は等しくなっているから、連続でスイッチを動作させておいても、スイッチを流れる電流は発生しないため、電力消費が極めて少ない回路を実現できることである。また、この調整動作は、充電状態でも、放電（負荷駆動）状態においても使用することが可能であり、さらに無負荷状態のいずれの状態でも動作を行うことができるため、常時動作をさせておくことも可能になり、常にバランスの取れた状態が継続的に実現できることになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態を示す回路図である。

【図2】第1の実施の形態におけるスイッチの開閉タイミングを示す図である。

【図3】第1の実施の形態にセル電圧検出・判定回路を

追加した回路図である。

【図4】図3の回路におけるスイッチの開閉タイミングを示す図である。

【図5】本発明の第2の実施の形態において、ロータリースイッチを使用した場合を示す回路図である。

【図6】本発明の第3の実施の形態に使用するモジュールを示す回路図である。

【図7】本発明の第3の実施の形態の全体の回路を示すブロック図である。

【図8】本発明の実施の形態によるバランス調子状況を10

【図9】従来技術のバランス調整方式を示す回路図である。

【符号の説明】

CE1～CE6 セル（電池セル）

S11～S62 スイッチ

CD1 電圧保持装置

SC1～SC4 スイッチ

RS1, RS2 ロータリースイッチ

a1～f1, a2～f2 ロータリースイッチ接点部

T1～T4 モジュールの外部接続端子

C1, C2 モジュールの制御信号入出力端子

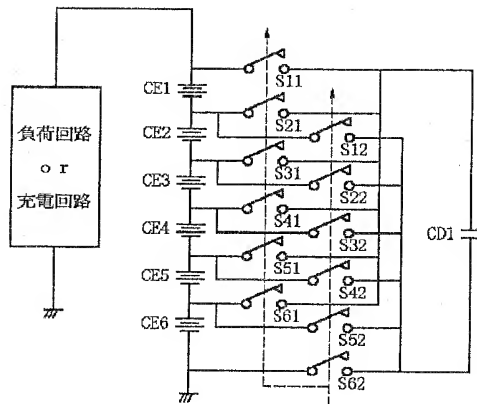
Hs1～Hs4 スイッチ

vc1～vc6 セルCE1～CE6のそれぞれの保持電圧を示すグラフ中の表示記号

S1～S6 スイッチ

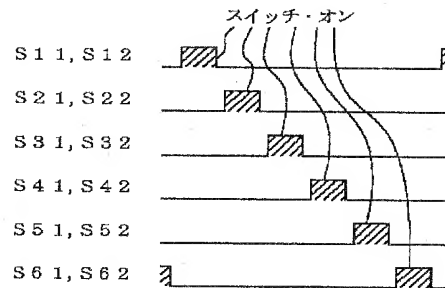
R1～R6 抵抗

【図1】

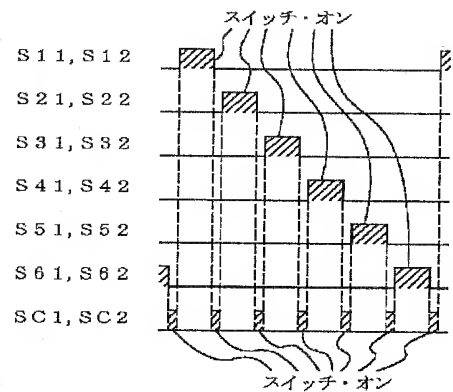


CE1～CE6: 電池セル
S11～S62: スイッチ
CD1: 電圧保持装置

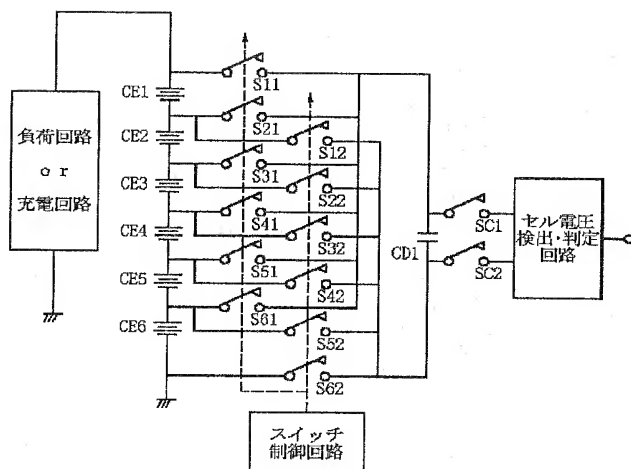
【図2】



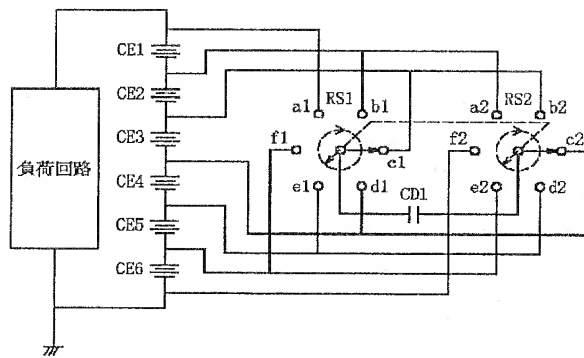
【図4】



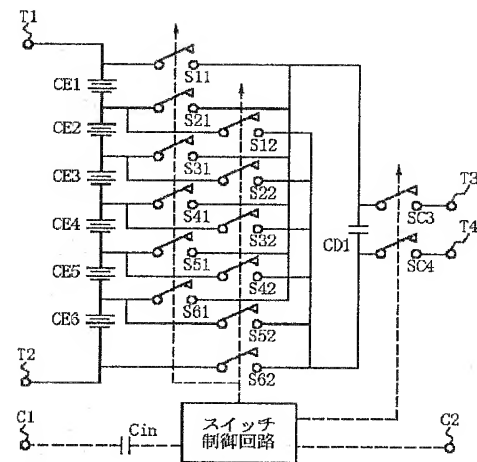
【図3】



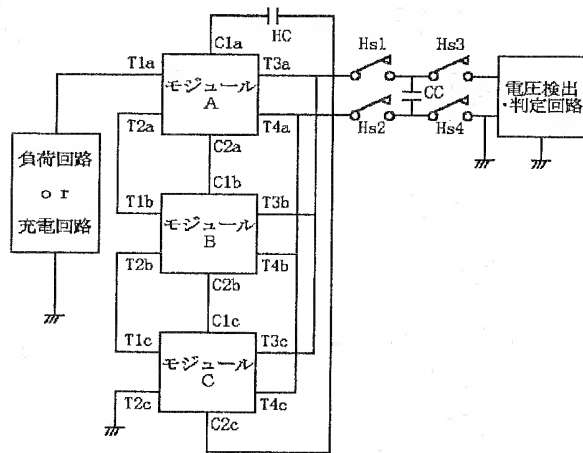
【図 5】



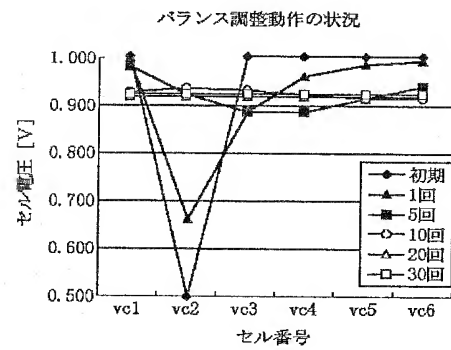
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【図 9】

